

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Переоткрытие времени

И. ПРИГОЖИН

Перечитав недавно некоторые произведения Марка Блока, этого великого историка, поражен сходством между описываемой им трансформацией “ремесла историка” и тем, что мы знаем о трансформации современной физики. История, утверждает Марк Блок, — это переживающая детство ... Или, лучше сказать: состарившаяся, прозябавшая в эмбриональной форме повествования, долго перегруженная вымыслами, еще дольше прикованная к постели, наиболее непосредственно доступным, как серьезное аналитическое занятие историка, совсем молода”.

Возможно, говоря об истории как о “молодой” науке, Марк Блок полагал, что физика — “зрелая”. Ведь он указывает в этой же работе, что образ физической науки в таком виде очаровал некоторых историков, что они “действительно считали возможной эволюции человечества”, исключаящую “многие реальные факты весьма человеческих свойства”, которые, однако, казались им абсолютно не поддающимися рациональному познанию. Этот осадок они презрительно именовали “происшествием”. Что представляется, то, что физика могла вызвать пренебрежение к происшествию, выдвинутой “молодость” этой науки. О физике также можно сказать, что она долго была “перегружена вымыслами”, прикована — правда, не к непосредственно доступным событиям, к определенной модели понимания, во имя которой она верила, наоборот, в возможность отрицать непосредственно доступную реальность, гадательность случая или сущности, необратимость такого, например, процесса, как распространение тепла.

В качестве параллели к высказыванию Марка Блока я хочу привести свидетельство специалиста в области самой древней из физических наук, рациональной механики Джеймса Лайтхилла, который был в момент произнесения нижеследующих слов президентом Международного союза теоретической и прикладной механики: “Нам надлежит остановиться и высказаться от имени большого сообщества механиков-

Вопросы философии

1998. № 8. стр.3-19

Переоткрытие времени

И . ПРИГОЖИН

Перечитав недавно некоторые произведения Марка Блока, этого великого историка, я был поражен сходством между описываемой им трансформацией “ремесла историка”

и тем, что мы знаем о трансформации современной физики. История, утверждает Марк Блок,— это “наука, переживающая детство ... Или, лучше сказать: состарившаяся, прозябавшая в эмбриональной форме повествования, долго перегруженная вымыслами, еще дольше прикованная к событиям, наиболее непосредственно доступным, как серьезное аналитическое занятие история еще совсем молода”.

Возможно, говоря об истории как о “молодой” науке, Марк Блок полагал, что физика — наука “зрелая”. Ведь он указывает в этой же работе, что образ физической науки в такой степени зачаровал некоторых историков, что они “действительно считали возможной науку об эволюции человечества”, исключаящую “многие реальные факты весьма человеческого свойства”, которые, однако, казались им абсолютно не поддающимися

рациональному познанию. Этот осадок они презрительно именовали “происшествием” . Как мне представляется, то, что физика могла вызвать пренебрежение к происшествию, выдает как раз “молодость” этой науки. О физике также можно сказать, что она долго была “перегружена вымыслами”, прикована — правда, не к непосредственно доступным событиям,— но к определенной модели понимания, во имя которой она верила, наоборот, в возможность

отрицать непосредственно
доступную реальность,
гадательность случая или
существенную необратимость такого,
например, процесса, как
распространение тепла.

В качестве параллели к
высказыванию Марка Блока я хочу
привести свидетельство специалиста
в области самой древней из
физических наук, рациональной
механики, сэра Джеймса Лайтхилла,
который был в момент произнесения

нижеследующего текста президентом
Международного союза
теоретической и прикладной
механики: “Здесь мне надлежит
остановиться и высказаться от имени
большого сообщества механиков-
практиков. Мы хорошо сознаем
сегодня, что энтузиазм,
испытываемый нашими
предшественниками, благодаря
блестящим достижениям
ньютоновской механики, привел нас
к обобщениям в области
предсказуемости... которые, как мы

знаем, в дальнейшем оказались ложными. Мы хотим все вместе принести наши извинения за то, что мы ввели в заблуждение образованную публику, ибо опирались на такие идеи по поводу детерминизма систем, удовлетворяющих ньютоновским законам движения, которые показали после 1960 года свою несостоятельность” .

Вот уж воистину ошеломляющая декларация! Историки науки

освоились с “революциями”, в ходе которых одна теория оказывается побежденной и забытой, тогда как другая побеждает. Но редко последователи какой-либо теории признавали, что в течение трех веков они заблуждались в оценке значимости и правильности этой теории! И конечно же, то обновление, которое претерпела за последние десятилетия динамика, является уникальным событием в истории науки. Детерминизм, представлявшийся неизбежным

следствием рационалистической модели динамики, сводится ныне к свойству, проявляющемуся лишь в отдельных случаях.

Представляется очевидным, что с точки зрения идеала детерминизма, само понятие истории лишено смысла. Движения небесных тел не имеют истории, поэтому мы можем вычислить затмение, независимо от того, было ли оно в прошлом или предстоит в будущем. Тем более нет истории у процесса распространения

тепла, который я привел как пример необратимого процесса. О процессе, последовательно сводящем на нет различие температур, нельзя рассказать, его можно предвидеть; без подобного рода процессов приведения к единообразию жизнь на Земле, без сомнения, была бы невозможна, равно как и большая часть наших технических приспособлений. Достаточно вообразить, каким будет мир, в котором различия температур самопроизвольно увеличивались бы!

Однако жизнь на Земле началась, когда тепло было включено в процессы иного характера. Как не вспомнить в этой связи недавние теории происхождения жизни, согласно которым жизнь появилась вокруг теплых подводных источников, распространенных вдоль хребтов с вулканической деятельностью.

Вода, обогащенная металлами, под давлением около 275 атмосфер и с температурой, которая могла

достигать 350°C , хлынув из этих источников, входит в соприкосновение с очень холодной водой океана. Конечно, кипящая вода охлаждается, и подобное приведение к единообразию участвует в прогрессирующем старении Земли, но, может быть, интенсивная физико-химическая активность, развивающаяся в районах ныне окаменевших гидротермических потоков,— не она ли произвела первых действующих лиц истории жизни?

Гетерогенность, контраст между различными шкалами времени — временем Земли, временем гидротермического потока, временем первых “живущих”, которые возможно, в нем размножились,— напоминает три “истории”, которым Фернан Бродель посвятил три части своего большого труда: “Первая история почти неподвижна, это — история человека в его отношениях с окружающей средой, медленно текущая и медленно изменяющаяся

история, подчас образующаяся из непрекращающихся возвращений, из без конца возобновляемых круговоротов... Поверх этой неподвижной или медленно текущей истории находится история, которую хотелось бы назвать социальной, если бы это выражение не было лишено смысла, история групп и индивидов. Наконец, третью часть составляет традиционная история, измеряемая, если угодно, не человеком, но индивидом,

событийная история Франсуа Симиана”.

Конечно, отношения между тремя броделевскими “историями” более тесные. Живые существа, даже люди, не в состоянии остановить радиоактивные процессы, связанные с распространением тепла гидротермическими потоками, в то время как деятельность социальных групп произвела глубокие изменения в “неподвижной” истории взаимоотношений человека со своей

средой, а история наук является лучшим примером того, как при определенных условиях “событийная” история может сыграть определяющую роль в истории “социальной”. Однако это различие вторично по отношению к пропасти, которая отделяет оба эти способа повествования от того способа понимания, с которым физика в течение долгого времени себя идентифицировала. В перспективе традиционной физики даже прогрессирующее старение

Земли является лишь видимостью,
связанной с нашими
приблизительными
представлениями. По ту сторону
феноменального мира следует искать
вневременную по сути истину,
отрицающую как необратимость, так
и событийность.

Как я уже сказал вначале, физика
вновь осознает себя сегодня молодой
наукой. С тех пор как Лаплас, по
преданию, заявил Бонапарту, что
“второго Ньютона” не будет,

поскольку существует лишь один мир, уже объясненный, многие физики полагали, что их наука близка к завершению. Остается решить еще одну проблему, и все прояснится, во всяком случае основные принципы. Сегодня мы, наоборот, можем утверждать, что далеки от понимания “принципов” физических и химических процессов, оставляющих широкие возможности для открытий. Необратимость и событийность более не являются для физиков некой

случайностью, которую законы физики позволяют преодолеть. Они отражают сущностные характеристики мира, и мы лишь начинаем понимать вопросы, обращенные к нему.

Подобное изменение суждения науки о собственной истории может, по моему мнению, представлять интерес для специалистов в гуманитарных науках по крайней мере в трех отношениях: прежде всего потому, что физика является

человеческой историей; затем потому, что тот образ, который имела физика в прошлом, сыграл свою роль, как на это указал Марк Блок, в развитии самих гуманитарных наук; наконец, потому что современная физика в той мере, в какой она осознает себя наукой о физико-химическом становлении, а не наукой о вневременных законах, превращающих это становление в видимость, обнаруживает в своей собственной области ряд проблем, которые в прошлом побуждали

некоторых сомневаться в
“научности” гуманитарных наук.

В “Новом альянсе” мы описали
“кризис” двух культур. Как понять
человеческую историю, если
понимание отождествляется с
поиском закона, сводящего любую
историю к безличной причинно-
следственной цепи? Любопытно к
тому же, что история дважды
оказалась жертвой этого конфликта.
Так, чтобы соответствовать способу
понимания, присущему физике, Кант

искал основу человеческой практики по ту сторону истории людей.

Человек свободный и вневременный, отвечающий на трансцендирующий историю этический императив,— человек, господствующий благодаря существующему знанию над природой, подчиняющейся законам, которые игнорируют любую возможность истории; стоит ли при этом удивляться, что неустойчивое противостояние свободы и познания поставило под вопрос оба этих

понятия? Каждая победа человеческого понимания, исходит ли она от антропологии, истории или же биологии, может рассматриваться в качестве опасности “редукции” человека к феномену среди прочих ему подобных. Что же касается научного познания, то еще совсем недавно оно ассоциировалось с “варварством”. “Легко можно понять — если только располагаешь теорией сущности и основания любого возможного знания — почему и каким образом некий тип знания,

появившийся в эпоху Галилея и рассматриваемый с тех пор как единственный, с вполне объяснимой необходимостью привел к низвержению всех прочих ценностей, будь то культура или человечность”, — пишет Мишель Анри .

Не пристало физику ни дискутировать с философом о “сущности и основании любого возможного знания”, ни подменять историков, оценивая “вполне

объяснимую необходимость”, побуждающую знание низвергать человечность. Однако в качестве физика мне позволено заподозрить, что здесь имеет место некая путаница. Современная физика и в самом деле является наследницей знания, “появившегося в эпоху Галилея”, но она не предусматривает и уж тем более не оправдывает низвержение культуры. Она допускает утверждение, что рациональность, на которую ссылается Мишель Анри,— это не

научная рациональность, а образ этой рациональности, обремененный культурой.

Кстати, Аллан Блум напомнил в недавно вышедшей своей книге о критике Свифтом научной рациональности. Жители Лапуты, как и подобает образцовым картезианцам, одним глазом смотрели на небо, математические законы которого они разгадывали, а другой обращали вовнутрь, к своей эготистской субъективности. А сам

летающий остров Лапута
господствует над Землей благодаря
технической помощи, основанной на
открытии основных физических
законов. Наука оказывалась, таким
образом, естественной союзницей
власти, господствуя над тем, что она
предпочла не знать,— над людьми,
не являющимися ни
геометрическими фигурами, ни
чисто рефлексивной
субъективностью.

Поднятая Свифтом проблема
серьезна, и ее не решить изменением
теории. Однако поскольку образ
физики исторически послужил
точкой отсчета и гарантией для
восприятия научной
рациональности, мы можем сказать
ныне, что эта рациональность не
должна использоваться для
оправдания ученых, следующих
образцу жителей Лапуты.
Противостояния подчиненного
вневременным законам объекта и

независимого субъекта, господствующего над миром, но лишившегося многочисленных связей с последним, не может отныне называться “рациональным” в том смысле, в каком рациональной была оппозиция “истинного”, “подзаконного” мира, открывавшегося наукой, и лишённого стабильности мира, в котором жил ученый.

Классический идеал науки, открытие умопостигаемого мира, не

имеющего, однако, ни памяти, ни истории, заставляет вспомнить кошмар, о котором возвестили Кундера, Хаксли, особенно же Оруэлл: в “1984” сам язык отсечен от своего прошлого и, следовательно, также от возможности изобретать будущее; он способствует заключению людей в настоящем, не предоставляя возможности ни для обжалования, ни альтернативы. Этот кошмар, безусловно, является кошмаром власти. Ни уничтожение памяти, ни устранение

повествовательного элемента, ни редукция воображения не могут более оправдываться идеалом умопостигаемости, который воплотила физика, претендующая на то, что она заплатила “рациональную” цену за превращение общества в “научный” объект. Совсем наоборот: пример физики должен побудить, как мы это и увидим, к определению априорных суждений о том, что могут люди, тех многочисленных способов, какими прошлое и будущее пронизывают

друг друга в общем настоящем, а также к исследованию разрушительных искажений того, что претендуют понять.

Может показаться странным, что развитие физики, которое в свое время привело Канта к заключению, что ученый должен не “учиться” у природы, а обращаться с ней в качестве судьи, заранее знающего, как она должна отвечать и каким принципам она подчиняется, ныне может привести нас к

противоположным заключениям, а именно к невозможности априорного суждения о том, чем является рациональное описание ситуации, к необходимости учиться у ситуации тому, как мы можем ее описать. Все же это следствие не движения физики вспять, а ее прогресса. Лишь в той степени, в какой современная физика способна построить удовлетворительное описание становления материи, не низводя его к кажимости, она обнаруживает открытый мир, разнообразие

которого не способна устранить никакая единая рациональная схема. Физика сегодня более не является наукой о бесконечной Вселенной, замкнутой, однако, и в своих проявлениях, и в способах, которыми возможно ее познать. Она открыта миру, характеризующемуся возникновением нового.

От замкнутого мира к бесконечной Вселенной — так Александр Кой-ре обозначил фундаментальное преобразование космологии, которое

предполагает и разворачивает современная физика. В ретроспективе мы лучше понимаем границы развертывания посредством законов физики этой открытой бесконечности, сопряженного с уничтожением аристотелевских предпосылок. В то время как открытие бесконечности, расширения возможностей, произвольного характера всякого ограничения пронизало все области культуры, физика свела бесконечное к бесконечному повторению одного и

того же. Ведь объекты, которым она отдала предпочтение, сохранили в качестве образца периодическое движение планет, составившее первое поле исследования физики.

Мы переходим теперь к описанию теоретического развития современной физики. Мое последнее высказывание имеет точный технический смысл. Любая “интегрируемая” динамическая система, то есть система, траектории которой можно точно вычислить,

может по определению быть представлена в терминах независимых друг от друга периодических движений. А всякая динамическая траектория имеет в качестве фундаментальной основы периодичность движений планет.

Эту основу мы находим в самом определении динамической траектории. Всякая динамическая траектория является по определению детерминистской и обратимой: она определяет будущее и прошлое в

качестве эквивалентных и одинаково выводимых из настоящего. Законы динамики равным образом не позволяют априорно утверждать, в каком смысле Луна вращается вокруг Земли, и не устанавливают никакой внутренней разницы между развитием, направленным от начального состояния к состоянию, расположенному в будущем, и развитием, которое направлялось бы от этого будущего состояния к начальному состоянию. Если мы представим, что скорость вращения

Луны мгновенно обратилась в обратную сторону, то увидим, что Луна движется назад к своему прошлому. Точно так же, если мы мгновенно поменяем направление всех скоростей системы движущихся тел, эта система пробежит в обратном направлении последовательно через все состояния, через которые она пришла к точке инверсии.

Обратимость законов динамики, равно как и законов обеих

фундаментальных наук, созданных в XX столетии — квантовой механики и теории относительности,— выражает такое радикальное отрицание времени, какого никогда не могли вообразить никакая культура, никакое коллективное знание. Достаточно много умозрительных теорий привлекали идею новизны, утверждая непреложность цепи причин и следствий; достаточно много мистических учений отрицали реальность нашего изменчивого и

ненадежного мира и утверждали идеал такого существования, которое позволяло избежать страданий, приносимых жизнью. С другой стороны, мы знаем, какое значение имела в древности идея циклического времени, периодически возвращающегося к своим истокам. Но само вечное возвращение отмечено стрелой времени, так же как и смена времен года или человеческих поколений. Никакое умозрение, никакое знание никогда не утверждали

эквивалентность между тем, что создается, и тем, что разрушается, между растением, которое прорастает, цветет и умирает, и растением, которое воскресает, омолаживается и вновь превращается в зерно, между человеком, который взрослеет и обучается, и человеком, который постепенно становится ребенком, затем зародышем, затем клеткой.

И однако носительницей такого отрицания с самого начала

была динамика, физическая теория, успехи которой отождествляются с триумфом науки как таковой. Примечательно, что физики, если вспомнить историю, осознали последствия законов динамики лишь когда были принуждены к этому. Лаплас возвестил детерминистский мир, подчиненный законам динамики: его демон, созерцающий мгновенное состояние Вселенной, мог выводить из него равно и прошлое, и будущее вплоть до малейших деталей. Но только в конце

XIX века появился “демон Максвелла”, способный наблюдать и модифицировать индивидуальный путь молекул, имевший возможность бороться против необратимости, отрицавшей внутренний смысл различия между прошлым и будущим, что позволило сформулировать второй принцип термодинамики.

Было бы нарушением перспективы видеть в отрицании физикой направленности времени

“концептуальную победу”, сопоставимую, скажем, с отрицанием теорией относительности абсолютной одновременности двух отстоящих друг от друга событий. Напротив, формулирование Клаузиусом знаменитого “второго принципа термодинамики”, согласно которому “энтропия во Вселенной увеличивается вплоть до максимума”, означает, что физики XIX века считали важным тот факт, что физика, наконец, по примеру

других наук того времени сумеет описать “исторический” мир.

Конечно, термодинамическая история мира должна, скорее всего, свестись к неизбежному развитию по направлению к “тепловой смерти”, к окончательной нивелировке всех различий, питающих необратимые процессы. Возникновение энтропии, которое обозначает необратимость термодинамического процесса, обозначает на самом деле, что этот процесс осуществляет

последовательное уничтожение
своих собственных оснований.

Распространение тепла имеет в
качестве основания разницу
температур и оно же непрерывно
уничтожает эту разницу. Однако для
ряда физиков, в частности для
Планка и Больцмана, существенным
было то, что при втором принципе
природа теряла *индифферентность*,
которую, казалось бы, ей сообщала
динамика. Второй принцип выражал,
как это говорил Планк, что природа
не индифферентна, что у нее есть

“вращения” и “предпочтения” по отношению к некоторым состояниям. Физика диссипативных систем, производящих энтропию, восприняла концепцию Планка, назвав конечные состояния этих систем “аттракторами”.

Физика пережила в конце XIX века глубокий кризис в результате обнаружения невозможности внутреннего согласования законов динамики и термодинамической необратимости. Я не могу подробно

говорить здесь о неудаче Больцмана, который поверил, что можно дать чисто динамическую интерпретацию возрастания энтропии, а затем был вынужден отрицать существенный характер необратимости, определять ее как относительную на том макроскопическом уровне, на котором располагаются наши наблюдения. Можно рассматривать трансформацию этой неудачи в победу как истинное рождение физики начала XX столетия, той физики, лучшим символом которой

стал Эйнштейн и которая отдалась
своему призванию —открытию
вневременной истины по ту сторону
изменчивых феноменов. Сделал ли
Бог лучший выбор в момент творения
Вселенной? Это, сказал как-то
Эйнштейн, единственный вопрос,
который должен по-настоящему
интересовать физика.

Ныне физика обрела новую точку
опоры не в отрицании времени, а в
открытии времени во всех областях
физической реальности.

Перспективам, которые открыла эта новая точка опоры, посвящена вторая часть моей статьи.

Начнем с той физики диссипативных систем, характеризующихся аттракторами, в которой Больцман и Планк видели провозвестие физики становления. Мы знаем сегодня, что их надежда была оправданной. Необратимая эволюция системы к своему состоянию аттрактора может быть отождествлена с эволюцией к

единообразию лишь в случае, если аттрактор является состоянием термодинамического равновесия. В случае же отсутствия состояния равновесия необратимость и возникновение энтропии могут быть определены как *источник порядка*.

Рассмотрим простую экспериментальную ситуацию: опыт с распространением тепла. Возьмем два замкнутых сосуда, связанных между собой трубочкой и наполненных смесью из двух газов,

например, водорода и азота. Мы начинаем с ситуации равновесия: в двух сосудах одинаковая температура, одинаковое давление, и они содержат одну и ту же однородную смесь двух газов. Установим теперь в двух сосудах разную температуру. Отклонение от равновесия, составляющее эту разницу температур, может поддерживаться, лишь если она питается выделением тепла, компенсирующим последствия термической диффузии. Следовательно, мы имеем дело не с

“изолированной”, а с “закрытой” системой, в которой один сосуд подогревается, в то время как другой охлаждается. Итак, опыт показывает, что происходит процесс *отделения друг от друга газов*, соединенных в начале процесса распространения тепла. Когда система достигнет своего стационарного состояния, при котором разница температур не меняется со временем (выделение тепла остается постоянным), тогда в теплом сосуде будет больше, скажем, водорода, а в холодном — больше

азота, и разница в концентрации
окажется пропорциональной
различию температуры.

Мы видим, что в этом случае
деятельность, производящая
энтропию, не может быть сведена к
простой нивелировке различий.
Конечно, диффузия тепла играет
подобную роль, но процесс
разделения смешанных газов,
происходящий благодаря диффузии,
является процессом порождения
различий, процессом

“антидиффузии”, вносящим некий *негативный* вклад в распространение энтропии.

Этот простой пример показывает, в какой степени нам необходимо освободиться от идеи, что деятельность, порождающая энтропию, равнозначна деградации, нивелированию различий. Ибо, если и верно то, что мы должны платить цену в виде энтропии за поддержание в стационарном состоянии процесса термодиффузии,

то верно и то, что это состояние способствует созданию порядка. Тогда становится возможным новое воззрение: мы можем рассматривать “беспорядок”, происходящий из поддержания стационарного состояния, как то, что позволяет нам создать порядок, заключающийся в различии химического состава в двух сосудах. Порядок и беспорядок представляются в таком случае не как противоположности, а как то, что неотделимо друг от друга.

Что мы называем порядком?
Что мы называем беспорядком?
Каждый знает, что определения
меняются и выражают чаще всего
суждения, имеющие отношение к
красоте, полезности, ценностям.
Однако эти суждения обогащаются и
нашими знаниями. Долгое время
турбулентность представляла перед
нами как образцовый пример
беспорядка. Напротив, кристалл
казался образцом порядка. Ныне же
мы в состоянии уточнить эти

представления. Мы знаем теперь, что должны воспринимать турбулентный процесс как “упорядоченный”: движения двух молекул, расположенных на макроскопическом расстоянии друг от друга, исчисляемом сантиметрами, находятся во взаимной корреляции. Напротив, атомы, образующие кристалл, движутся вокруг своей точки равновесия неупорядоченно: с точки зрения способов упорядочивания кристалл дезорганизован.

Но пример с термодиффузией идет дальше *сочетания* “порядка” и “беспорядка” и ставит тем самым проблему “цены” установления порядка. Химическое отделение газов друг от друга, являющееся не однократным актом, а постоянным процессом, имеет в качестве цены создание “беспорядка”, постоянное нивелирование разницы температур, которую поддерживает выделение тепла. Подобное же сочетание мы находим в метаболизме живых

существ, когда возникновение
сложных биологических молекул
сопровождается уничтожением
других молекул, при этом в целом,
разумеется, имеет место увеличение
энтропии.

Но можем ли
мы распространить эту идею на
такие области, где термодинамика
уже не будет служить нам, скажем,
влиять на отношения людей между
собой и с природой? Не является ли,
например, интенсификация
социальных связей, которой
способствует городская жизнь,

одновременно источником расточительства и информации, и изобретений в практической, художественной и интеллектуальной сферах? Эта аналогия плодотворна, поскольку она сочленяет то, что мы слишком часто пытаемся противопоставить друг другу, но она, следует это признать, не основывается на каком-либо суждении, относящемся к оценке сопоставительной значимости того, что возникает, и того, что гибнет, и, что еще важнее, не оправдывает нашу

историю в качестве необходимой или оптимальной. Пример физики может прояснить, но не решить проблемы, стоящие перед людьми.

Вернемся к физической химии. Феномен термодиффузии является постоянным феноменом: разделение двух газов пропорционально различию температур. Но в других случаях мы имеем дело с впечатляющими внезапными феноменами, с появлением новых

режимов функционирования, отличающихся качественно, которые работают на определенном расстоянии от точки равновесия, иначе говоря, начиная с самого порога интенсивности необратимых процессов, местопребыванием которых является определенная система.

Мы не будем останавливаться здесь на открытии “диссипативных структур”. Чтобы прояснить неожиданность,

принесенную ими, возьмем знаменитый пример с “неустойчивостью Бенара”. Тонкий слой жидкости испытывает разную температуру между постоянно подогреваемой нижней поверхностью и верхней поверхностью, соприкасающейся с внешней средой. При определенном значении различия температур перенос тепла через теплопроводность, когда тепло передается через столкновение молекул, дополняется переносом

путем конвекции, когда тепло передается через общее движение молекул. Тогда образуются вихри, превращающие слой жидкости в правильные “ячейки”. Миллиарды миллиардов молекул, до тех пор двигавшихся неупорядоченно, участвуют теперь в согласованном движении. Образование ячеек Бенара означает на самом деле внезапное появление макроскопического феномена, характеризующегося измерениями порядка сантиметра, в результате микроскопической

деятельности, включающей лишь протяженности порядка ангстрема . Могли бы мы поверить во внезапное возникновение согласованного поведения, если бы опыт не заставил нас сделать это?

Точно так же необходим был опыт, позволивший нам наблюдать “химические часы”, чтобы мы могли поверить, что миллиарды случайных столкновений молекул, происходящих каждую секунду и производящих химические реакции,

могут породить макроскопические размерности. Реактивная среда меняет окраску с периодичностью порядка минуты, как если бы таинственный дирижер указывал мгновения, когда реакция должна изменить химический состав среды. Но мы знаем, что дирижера больше нет, как и нет в вихрях Бенара агента, призванного надзирать за движением молекул. Диссипативные процессы ведут не к равновесию, но к формированию диссипативных структур, тождественных процессам,

которые из-за взаимной
компенсации приводят к
равновесию.

На самом деле именно состояние
равновесия, а не режимы
деятельности материи, далекие от
равновесия, предстает отныне
единственным состоянием,
процессы которого можно
описывать, абстрагируясь от
времени. В случае равновесия
последствия какого-либо события,
например, химической реакции,

каждое мгновение аннулируются другим событием. Вот почему не существует никакого различия между разными химическими событиями в состоянии равновесия, будь то линейные механизмы реакций или нелинейные (например, продукт реакции катализирует эту же или другую реакцию). В случае же неравновесия последствия реакции не аннулируются тотчас; напротив, они способны распространиться и, если имеются нелинейные механизмы, благоприятствовать либо

мешать иным реакциям, а это впоследствии... и т. п. Логика описания процессов, далеких от равновесия,— это уже не логика баланса, а повествовательная логика (если... то...). Когерентная деятельность диссипативной структуры сама по себе *история*, материей которой является взаимосочетание локальных событий и возникновение глобальной когерентной логики, интегрирующей многообразие этих локальных историй.

Открытие этих совместных режимов деятельности заставляет привлечь то, что я предложил бы назвать тремя минимальными условиями, которым отвечает любая история: необратимость, вероятность, возможность появления новых связей. Обратимое (идеально) вращение Луны вокруг Земли не является историей, но и колебаний, незаметно удаляющих каждый год Луну от Земли, недостаточно для образования истории. Для того,

чтобы имело смысл говорить об истории, необходимо вообразить, что то, что имело место, могло бы и не произойти, необходимо, чтобы события вероятные играли бы неустранимую роль. Но череда случайностей тем более не история. Также необходимо, чтобы некоторые из этих событий были в состоянии дать дорогу возможностям, условием которых они являются. Но, конечно, без того, чтобы они объясняли эти возможности.

Необратимость и вероятностность характерны для любой химической системы, находится ли она в равновесии или нет, но только в состоянии неустойчивости некоторые локальные события могут потерять свою незначительность, а локальная изменчивость концентрации может привести к новому типу режима функционирования. Система, постоянно далекая от равновесия, может через ряд бифуркаций пройти

последовательность этих режимов, перейти от регулярности химических часов к “хаосу”, при котором ее активность может быть определена как противоположность безразличному беспорядку, царящему в состоянии равновесия: никакая стабильность более не обеспечивает правильности макроскопического описания, все возможности актуализируются, сосуществуют и взаимодействуют друг с другом, а система оказывается в одно и то же время всем, чем она может быть.

Что произойдет, если...? Что произошло бы, если...? Эти вопросы возникают не только перед историком, но и перед физиком, перед лицом системы, которую нельзя более представлять поддающейся манипуляции и контролю. Эти вопросы не указывают на случайное и преодолимое незнание, а обозначают уникальность точек бифуркаций, в которых состояние системы теряет стабильность и может развиваться в

сторону многих различных режимов функционирования. В этих точках самое полное знание не дает нам возможности вычислить то, что произойдет, заменить вероятностность уверенностью. Система нащупывает, таким образом, некую “диаграмму бифуркации”, “карту возможностей”, в то время как она все в большей мере удаляется от состояния равновесия благодаря изменению своих отношений со средой, определяющей каждый раз, что именно можно будет предвидеть,

а также то, что, как это известно
заранее, можно только
констатировать и пересказывать.

Равным образом лишь в
состоянии неравновесия система
может оказаться *чувствительной* к
некоторым аспектам собственной
реальности, которые были
несущественны в состоянии
равновесия. Мы уже видели, что
таков случай нелинейных процессов,
средоточием которых является
состояние неравновесия, но таков и

случай с силой, подобной гравитации. Последняя не производит наблюдаемого воздействия на систему в состоянии равновесия, но без нее не образовались бы ячейки Бенара. Следовательно, сама диссипативная деятельность определяет, что в описании физико-химической системы существенно, а чем можно пренебречь.

К чему существо восприимчиво?

Чем можно на него воздействовать?

К чему его делают способным связи с окружающим миром? Подобные вопросы имеют смысл уже для таких простых “существ”, как физико-химические системы. Но насколько же более насущны эти вопросы для тех, кто изучает живые существа, наделенные памятью, способные обучаться и интерпретировать? Как возможно им не открыть еще более решительного смысла, когда речь идет о людях, чей язык делает их способными воспринять бесконечное множество вариантов

прошлого или будущего, которого они могут страшиться или ожидать с надеждой, абсолютно различных прочтениям настоящего. Не являются ли сами науки одним из векторов подобной способности к восприятию? Для современных людей “Big Bang” и эволюция Вселенной являются частью современного мира в таком же смысле, как ранее мифы творения. Каким образом заранее решить, что “есть” человек, какие концепции нужны для определения его

идентичности, если даже
идентичность физико-химической
системы относительна по
отношению к ее деятельности? Как
физик после открытия решающей
роли линейных отношений в физике
может игнорировать своеобычность
человеческой истории, в которой
подобные отношения присутствуют
повсеместно, вбирая в себя
локальные точки зрения, глобальные
видения, разнообразные
представления о прошлом,
настоящем и будущем?

Концептуальный
инструментарий физики
диссипативных систем не является
инструментом суждений,
направленных на различение
анекдотических, зависящих от
обстоятельств случайностей и
всеобщей истины. Это
исследовательский инструментарий,
способный порождать новые
вопросы, производить
непредвиденные различия. Таково,
например, открытие большого

разнообразия аттракторов. Я уже указывал на “точные” аттракторы, действующие, в частности, в состоянии равновесия, на периодические аттракторы, претворенные в “химических часах”. Но вот уже ряд лет как нам известны хаотические аттракторы, которые приводят систему, хотя и описываемую детерминистскими уравнениями, в неустойчивое состояние. Насколько уместен подобный инструментарий в исследовании такой многообразной и

конкретной реальности, как природа и история человека? Я не могу останавливаться здесь на случаях, когда этот инструментарий был уже применен, в частности в метеорологии и в области происхождения жизни. Наиболее существенным мне представляется то, что пример физики не может более побуждать другие науки к “физикализации” своего объекта. Но должен, напротив, раскрыть перед ними ту проблему, которую они

разделяют вместе с физикой,—
проблему становления.

Теперь я перехожу к последней части
моей статьи, к проблеме
согласованности самой физики.
Убеждение Больцмана в том, что
необратимость находится в центре
физики, ныне подтверждено:
необратимость открывает для
физики проблему становления. Но
фундаментальные законы физики
“осуждали” эту необратимость, как
определявшуюся приблизительно

способом описания. Считалось, что мы наблюдаем необратимую эволюцию, эволюцию к наиболее вероятному макроскопическому состоянию, тому, которое реализует подавляющее большинство заранее возможных микроскопических конфигураций, лишь поскольку игнорируем движение каждой единичной молекулы и характеризуем систему в терминах макроскопических переменных. Вероятность и необратимость имели, следовательно, лишь негативное

значение; они отражали дистанцию между наблюдателем-человеком и тем, кто был бы в состоянии обозревать систему многих миллиардов молекул так же, как мы наблюдаем планетную систему.

Ситуация в квантовой механике более сложна. Каждый знает, что квантовая механика может давать лишь вероятностное предвидение. Однако фундаментальное уравнение квантовой механики — уравнение Шредингера — описывает

детерминистскую и обратимую эволюцию. Вероятность в квантовую механику вносится необратимым актом измерения. Эта присущая квантовой механике двойственная структура — развитие ненаблюдаемой функции волны в пространстве Гилберта и ее “редукция”, которая позволяет определять вероятность различных наблюдаемых величин,— заставила пролить много чернил. Она привела некоторых физиков к утверждению, что в конечном итоге человеческое

сознание ответственно за
возможность характеризовать
квантовый мир в терминах
вероятностного наблюдения.

Как мы уже это подчеркивали
в “Новом альянсе”, нынешний
формализм квантовой механики
самим своим своеобразием выдает
глубокую солидарность со способом
концептуализации классической
физики, и она тем самым ясно
указала на свои границы. Всякое
физическое описание ссылается на

наблюдения и на измерения, не бывает измерений без последствий, без необратимого следа. Конечно же, обращаясь, скажем, к астрономии, мы можем забыть, что наблюдать далекую звезду можно лишь постольку, поскольку она необратимым способом сгорает и поскольку испускаемые ею фотоны раздражают сетчатую оболочку глаза астронома или его фотографическую пластинку. Однако когда речь идет о “наблюдении” квантового мира, единственным для нас подступом к

опыту является событие, столкновение, испускание или поглощение фотонов, распад и т. п. Итак, квантовая механика еще менее, чем классическая динамика, может придать внутренний смысл событию. Я хочу вам напомнить в связи с этим известную притчу с “кошкой Шредингера”. Радиоактивная частица заключена в ящик вместе с кошкой. Если частица распадается, это приводит к разбиению пузырька с ядом, что вызывает смерть кошки. Квантовая механика запрещает нам,

имея закрытый ящик, утверждать, цела ли частица или она распалась, мертва ли кошка или жива. Только открывая ящик и наблюдая кошку, мы можем в случае необходимости утверждать: “она мертва, следовательно, частица распалась”. Наблюдение дает смысл событию, а не наоборот.

Согласно некоторым философским представлениям, относящимся к истории науки, научный прогресс осуществляется

через отрицание. Прогресс научного “разума” потребовал бы в таком случае, чтобы мы оставили на долю непросвещенного мнения идею внутреннего различия между прошлым и будущим, как мы оставили идею финальной причины или же идею абсолютной одновременности событий, расположенных на расстоянии. Подобное представление о научном прогрессе мне кажется опасным. Оно не учитывает того, что в научной области отрицание и утверждение

нераздельны. Неудача Больцмана и
вытекающее из нее отрицание
стрелы времени предполагают
утверждение всеобщей
действенности понятия
динамической траектории.
Припомним заявление сэра Джеймса
Лайтхилла: связанный с
обратимостью детерминизм, во имя
которого отрицалась стрела времени,
оказался верованием, обнаружившим
ныне свою несостоятельность.
Открытие границ действенности
понятия траектории обнаруживает,

следовательно, концептуальное пространство, в котором может возникнуть внутренний динамический смысл стрелы времени.

На самом деле уже в 1892 г. эти границы были определены. Пуанкаре доказывал, что большинство динамических систем не может быть определено в терминах “инвариантов движения”, то есть не может быть представлено в терминах тех независимых периодических

движений. к которым, как я уже говорил, может быть сведено описание интегрируемой динамической системы. Причина этой невозможности заключается в феномене “резонанса”, то есть в перераспределении энергии и количества движения между двумя периодическими движениями.

С исторической точки зрения любопытно отметить, что “катастрофа Пуанкаре” осталась без последствий. Идеал мира,

описываемого в терминах динамических траекторий — или собственных квантовых функций,— продолжал господствовать над умами. Лишь в последние годы развитие “качественной динамики”, с которой связаны имена покойного Колмогорова, Арнольда и Мозера, окончательно разрушило представление, согласно которому динамические системы принадлежат к гомогенному классу, поскольку они соответствуют уравнениям одного типа.

Динамические системы, изучавшиеся Пуанкаре, характеризовались редкими точками резонанса, подобно тому, как редки рациональные числа по отношению к числам иррациональным. Однако мы знаем, что в случае “больших” систем (объем которых стремится к бесконечности) ситуация оказывается противоположной. Резонансы сосредоточиваются повсюду в фазовом пространстве, они возникают в дальнейшем не

только во всех рациональных точках,
но и во всех реальных точках.
Поэтому господствует
непериодическое поведение.
Динамическая система
характеризуется в таком случае
хаотическим поведением.

Хаотическая система ставит под
вопрос само понятие причинности.
Идея причины всегда была более или
менее явно связана с понятием “того
же самого”, необходимого, чтобы
придать причине операциональные

значения. “Одна и *та же* причина производит в *сходных* обстоятельствах один и *тот же* эффект”. “Если мы одинаково организуем две сходные системы, мы получим одно и то же поведение систем”. Даже историки, когда они вводят каузальную связь, берут на себя риск полагать, что если условия были немного иными, если ветер дул не столь сильно, если некая персона предпочла носить другое одеяние, ситуация, которую они анализируют, не будет существенно изменена.

Подобный риск присущ всякому описанию, всякому определению. Точность слов, как и чисел, конечна. Любое описание, словесное или числовое, определяет ситуацию не потому, что она идентична себе самой, а потому, что она принадлежит к классу ситуаций, подпадающих под это описание. Так, если мы наблюдаем хаотическую систему, образованную из двух начальных состояний, сходных в такой степени, в какой мы этого желаем, то увидим, что различия в

развитии нарастают по экспоненте. Поведение хаотической системы, хотя и описывается детерминистскими уравнениями, по сути не воспроизводимо.

Каждое состояние интегрируемой динамической системы содержит, как я это уже подчеркивал, свое прошлое и будущее. Хаотическое поведение заставляет нас найти *место* настоящему, определить то, что настоящее может нам сказать о

будущем благодаря *временному горизонту*. Какова бы ни была точность определения состояния, имеется определенное время развития, после которого это определение уже не будет адекватным: по ту сторону этого горизонта понятие индивидуальной траектории теряет свой смысл. Будучи истинным горизонтом, временной горизонт хаотических систем разделяет то, что мы можем “видеть” с того места, где мы находимся, и то, что находится по ту

сторону,— развитие, которое мы не можем более описывать в терминах индивидуального поведения, но только в терминах “блуждающего” поведения, присущего всем системам, характеризующимся хаотическим аттрактором. Конечно, мы можем попытаться “видеть дальше”, продлить время, в течение которого мы сможем предсказать траекторию, увеличив точность ее определения и уменьшив тем самым класс систем, которые мы рассматриваем как “те же самые”. Но

цена, которую придется за это заплатить, быстро станет неисчислимой: так, чтобы в десять раз увеличить время, в течение которого, исходя из начальных условий, можно будет предвидеть развитие, нам придется увеличить точность определения этих условий на фактор

Описание хаотических динамических систем требует обновления самого языка динамики. Последний в той мере, в какой он

предполагает бесконечно точное познание состояния динамической системы, на самом деле затемняет качественное различие между динамическими системами. Он внушает физику точку зрения бесконечности, с которой не виден временной горизонт, характеризующий хаотическое поведение, точку зрения, позволяющую забыть о границах всякого мыслимого, иначе говоря, конечного познания. Идеал познания, носителем которого является язык

классической динамики,
следовательно, неоснователен
постольку, поскольку он — в случае
с хаотическими системами — не
признает ограничения,
определяющие условия не только
нашего, исторически случайного
способа познания, но познания как
такового.

К сожалению, у меня нет
возможности описать здесь в деталях
новый язык динамики, позволяющий
нам ныне интегрировать это

ограничение и придать тем самым
внутренний смысл — не
детерминированный более
отсутствием достаточного знания—
вероятностям, введенным
Больцманом для сочленения
динамики и термодинамики.
Достаточно будет заметить, что этот
язык ставит на место классического
динамического состояния и закона
обратимой эволюции, позволяющего,
казалось бы, и любом случае вывести
из наличного состояния его прошлое
и будущее состояние и закон

эволюции при уничтожении временной симметрии. Это двойное уничтожение симметрии выражает положительно то, что понятие временного горизонта выражало как ограничение: понятие настоящего, открытого принципиально случайному будущему.

Это преобразование динамики является, как мне кажется, привилегированным примером открытого, творческого характера конструирования физико-

математической рациональности. Язык классической динамики был отмечен внутренним противоречием: как согласиться с тем, что недостаток нашего знания придает смысл необратимости, без которой, не говоря уж о самой нашей жизни, непредставима деятельность по измерению, предполагаемая всеми физическими теориями? Проблему можно решить, не отбросив динамику, а поняв ее — и поняв также причины и границы ее достижений. Вот почему значение,

которое мы можем придать сегодня
стреле времени, направлено и на
прошлое и на будущее динамики. На
прошлое, поскольку мы постигаем
необратимость как выражение
утраты истинности всякого познания,
всякой возможности контроля,
утраты, вызванной хаотическим
характером системы, и выражаем в
самом определении необратимости
причины отказа от классического
идеала. На будущее, поскольку новое
динамическое описание освещает
наш взгляд и наш концептуальный

инструментарий. В частности, оно преобразовывает наше представление о макроскопической необратимости.

Эта необратимость всегда определялась как зависимость от макроскопических условий неравновесия. Что же касается состояния равновесия, то оно было безразлично к стреле времени. Ныне же отношение между микроскопическим и макроскопическим оказалось

перевернутым: для системы, способной к необратимому развитию в сторону равновесия, *различие между прошлым и будущим сохраняется на микроскопическом уровне даже в состоянии равновесия.* Неравновесие не создает стрелу времени, равновесие же препятствует стреле времени, всегда присутствующей на микроскопическом уровне, иметь макроскопические последствия. Неравновесие не создает стрелу времени, но позволяет ей проявиться

на макроскопическом уровне, обнаружить себя там не только развитием в сторону равновесия, но также, как мы это уже видели, созданием когерентного коллективного поведения. Однако динамика не является сегодня теорией микроскопической реальности. Здесь мы переходим к проблеме квантовой механики.

Я хочу подчеркнуть, что в то время как многими своими интерпретаторами квантовая

механика была поставлена под вопрос, для большинства физиков она остается самой мощной физической теорией когда-либо созданной. В экспериментальной области ее предсказания были подтверждены с совершенно замечательной точностью. Без сомнения, именно поэтому большинство критиков попыталось преобразовать интерпретацию, данную нами этому формализму, не изменяя его. Наш же подход

предполагает изменение этого формализма.

Карл Поппер писал по поводу квантовой механики: “Моя точка зрения состоит в том, что *индетерминизм совместим с реализмом* и что согласие с этим фактом позволяет принять связную объективистскую эпистемологию, объективистскую интерпретацию всей квантовой теории и объективную интерпретацию вероятности”. Но он знал, что

подобная точка зрения исходила из “метафизической мечты”. В самом деле, современная квантовая механика не ограничивается, подобно классической динамике, подчинением развития функции волны закону обратимости и детерминизма. Ее формализм взял за образец описание *интегрируемых* динамических систем. Он предполагает возможность представить поведение системы в терминах независимых периодических движений,

возможность, которая сводится, как это показал Пуанкаре, к очень ограниченному классу динамических систем.

Здесь также невозможно входить в подробности. Новый формализм, к которому мы недавно пришли, подчеркивает вероятностный характер квантового описания и придает вероятности внутреннее значение, независимое от измерения. Точнее же, берет в качестве привилегированного

объекта не изолированный атом, характеризуемый в терминах устойчивых стационарных состояний, но атом во взаимодействии со своим полем. Именно через резонанс между атомом и полем Дирак в 1928 г. объяснил неустойчивость возбужденных стационарных состояний, тот факт, что атом самопроизвольно возвращается в свое фундаментальное состояние, испуская один или несколько фотонов. Однако в обычной

квантовой механике время жизни возбужденных состояний не могло получить точного значения и могло быть определено лишь приблизительно (золотое правило Ферми). Как я уже указывал, современная квантовая механика в противоположность первоначальной квантовой теории, созданной Бором, Зоммерфельдом и Эйнштейном, не позволяет описать события перехода атома к своему фундаментальному состоянию и испусканию фотона и делает понятия события, времени

жизни и вероятности зависимыми от акта наблюдения.

Мы показали, что на самом деле невозможно определить в терминах инвариантов взаимодействие атома со своим полем, т. е. описать его функцией волны, подчиненной уравнению Шредингера. Теорема невозможности Пуанкаре *может*, следовательно, быть распространена на квантовую механику, что позволит дать качественную классификацию квантовых систем. Предлагаемый

нами новый формализм ставит на место обратимой эволюции Шредингера эволюцию с разрушенной временной симметрией, которая придает точное значение времени жизни, вероятностному событию и дает смысл тому факту, что мы будем участвовать вместе с возбужденным атомом в том, что он вернется в свое фундаментальное состояние. Этот формализм допускает новые предвидения по сравнению с квантовой механикой. Он приводит, в

частности, к предвидению
перемещения энергетических
уровней атома.

При обычных опытах это
перемещение слишком
незначительно, чтобы быть
наблюдаемым, что связано с
предсказательными достижениями
современной квантовой механики.
Но мы в сотрудничестве с
экспериментаторами начали
воображать такой тип
экспериментальной ситуации,

который позволил бы опровергнуть или подтвердить наши предвидения, а также предложенное нами новое представление об атоме, существенно связанном со стрелой времени.

Мы приходим, таким образом, к “синтезу” между первоначальной квантовой теорией, которая существенным образом была связана со статистической термодинамикой, и новой теорией, стремящейся дать чисто механическую интерпретацию

процессам, возникающим в
результате взаимосвязи между
атомом и электромагнитным полем.
Обратимый атом квантовой
механики является идеализацией;
внутреннее определение атома
относительно по отношению к
диссипативному процессу,
происходящему из взаимосвязи
атома со своим полем. Законы
обратимости представляются отныне
действенными лишь в ограниченном
числе случаев. Но этот синтез
является лишь первым шагом.

Предстоит исследовать огромную область. Квантовый мир — это мир процессов, описание которого требует, так же как и описание взаимодействия между атомом и его полем, сделать ясным понятие стрелы времени. На всех уровнях наши нынешние описания вводят понятия резонанса и столкновения, и мы можем, следовательно, ожидать открытия существенно необратимых феноменов. Химическая реакция, о которой современная теория дает лишь глубоко статистическое

представление, должна, без сомнения, быть радикально переопределена, по так же обстоят дела и с сильными взаимодействиями, изучаемыми физикой высоких энергий.

Как мы это уже подчеркивали, обратимый характер уравнения Шредингера привел к утрате физического реализма. В соответствии с “метафизической мечтой” Карла Поппера мы находим здесь разновидность реализма, центр

тяжести которого лежит не на
понятии детерминистского развития,
а на понятии *события*. Речь идет о
событиях, делающих возможным наш
экспериментальный диалог с
микроскопическим миром, и именно
им должна придать смысл
реалистическая теория квантового
мира, чтобы избегать парадоксов,
преследующих квантовую механику с
момента ее создания.

Заканчивая этот быстрый взгляд
с птичьего полета на глубокое

концептуальное преобразование,
пережитое современной физикой,
как избежать вопроса о
происхождении Вселенной, столь
волнующего как физиков, так и
широкую публику?

Многие физики по-прежнему не
представляют, что физика может
взять Вселенную в качестве своего
объекта и, рассматривая проблему
“Большого взрыва”, отважно
погрузиться в область, до сих пор
бывшую полем религиозных и

философских спекуляций, а именно — в “космогонию”. Однако развитие физики в подобном неожиданном направлении представляется неизбежным. Ведь уже союз между теорией и наблюдением существенно преобразил космологическую мысль, претерпевшую неожиданные мутации.

Когда в 1917 г. Эйнштейн предложил первую модель Вселенной, речь шла о статической и вечной Вселенной — физико-

математическом выражении парменидовской тавтологии “бытие есть”. С 1922 г. для математиков стало ясно, что естественные следствия из уравнений Эйнштейна предполагают Вселенную не вечно равную самой себе, а находящуюся то в сжатии, то в расширении; наблюдение далеких галактик решило вопрос: эти галактики удаляются от нас тем быстрее, чем более они удалены от нас, то есть мы наблюдаем их такими, какими они были в более отдаленном прошлом.

Следовательно, наша Вселенная расширяется. Но лишь открытие в 1965 г. реликтового излучения поставило, согласно словам Уилера, физику перед самым крупным из своих кризисов, иначе говоря, заставило физиков принять всерьез последствия теории расширяющейся Вселенной: у истоков этого расширения, как теперь полагают, 15 млрд. лет назад вся материя и энергия, составляющая Вселенную, должна была быть сконцентрирована в точке, не имеющей измерения.

Вместе с реликтовым излучением эхо “Big Bang”, как его в шутку называл Фред Ход, дошло до нас.

Фотоны с длиной волны в сантиметр, которые пронизывают всю наблюдаемую Вселенную, являются для астрофизиков свидетелями того, что материя как объект современных физических законов не есть данность, но продукт истории, сопровождающий расширение Вселенной, процесс, остаточными инертными продуктами

которого являются эти фотоны, позволяющие измерить издержки энтропии: наша Вселенная содержит около 10^{23} или 10^{24} фотонов на один барион— материальную частицу со сложной структурой, организованную так же, как протон или нейтрон.

Неподвижная Вселенная или Вселенная, обреченная на смерть: если эти две концепции вдохновляют науку, то корни их уходят глубоко в историю человеческой мысли. Кто

мог вообразить, что мы принуждены
будем поместить “тепловую смерть”
Вселенной не в конец ее истории, а в
начало, будем вынуждены заключить,
что порядок, характеризующий пашу
нынешнюю Вселенную, не является
порядком, выжившим, несмотря на
прогрессирующую деграцию, но
порядком, возникшим в результате
первоначального, энтропического
взрыва. И этот “взрыв” мог означать
само *рождение* нашей Вселенной. В
самом деле, согласно последнему
сценарию, на смену первоначальной

своеобычности “Big Bang’ а”
пришла неустойчивость
первоначального пространства-
времени, “пустого” в смысле
квантовой механики. Таким образом,
мы должны мыслить происхождение
Вселенной в терминах необратимого
возникновения материи-энергии, а
не ее бесконечной концентрации.

Здесь также мы можем
констатировать изменение смысла
второго закона термодинамики. Эта
“тепловая смерть”, это

массированное производство энтропии, которое мы помещаем в истоки нашей Вселенной. более не являются, конечно, смертью. Напротив, это обозначает переход от пустой Вселенной к нынешней Вселенной, заполненной энергией и материей, что является также издержками перехода к существованию нашей Вселенной.

В каждой области физики мы вновь и вновь находим связанное со становлением материи необратимое

время там, где ранее вневременные законы сводили это становление к повторению одного и того же. Можно попытаться пойти дальше и поставить вопрос: откуда идет стрела времени? Возникла ли она вместе с первоначальным разрушением симметрии “квантовой пустоты”? Нет. Это случайное разрушение симметрии, подобно условиям неравновесия в мире, который мы знаем, открывает стрелу времени, но не создает ее. В самом деле, нам надо предполагать

существование этой стрелы времени, чтобы доказать неустойчивость пустой Вселенной, возможность того, чтобы некоторые колебания запустили механизм, одновременно создавший материю и кривизну пространства-времени.

Вообще я считаю, что нам надо сопротивляться попыткам “объяснить” стрелу времени. Мы можем говорить о времени нашего рождения, о времени падения Трои, о времени исчезновения динозавров и

даже о времени рождения Вселенной, но вопрос “как или почему началось время” ускользает от физики, так же как он, без сомнения, ускользает от возможности нашего языка и нашего воображения. Необратимое время — различие между прошлым и будущим предшествует и обуславливает как физическую реальность, так и вопросы, задаваемые физиком.

Марк Блок противопоставляет науки, которые (искусственно

расчленяя время на гомогенные отрезки) сводят его к измерению, и историю: “конкретная и живая действительность, необратимая в своем стремлении, время истории — это плазма, в которой плавают феномены, это как бы среда, в которой они могут быть поняты”.

Безусловно, различие между физикой и историей остается в той мере, в какой физика предполагает идентификацию объектов с воспроизводимым поведением.

Конечно же, как я уже говорил,
хаотическое поведение
индивидуально невоспроизводимо,
но мы знаем, как воспроизвести
систему с хаотическим поведением.
Точно так же мы можем теперь
понять “рецепт” творения
Вселенной, и, может быть, в далеком
будущем расширение Вселенной
вновь создаст условия неустойчивой
первоначальной пустоты. Напротив,
историческая ситуация не
приготавливается и не
воспроизводится. Однако это

различение более не является
противоположностью. Ведь новая
связь, которая прорисовывается ныне
внутри поля физики и, я надеюсь,
между различными научными
дисциплинами, имеет в качестве
принципа то необратимое время,
производящее новые существования,
характеризующиеся качественно
новыми временами, о котором
говорил Марк Блок.

Физика, как я уже говорил в
начале своей статьи, оказывается

сегодня молодой наукой, освобожденной от единой модели понимания, которая если и могла бы вдохновить другие науки, то по крайней мере не противопоставила бы их себе. Быть может, благодаря этому она наконец-то освободилась от тесной связи., которая изначально была у нее с философской и теологической проблемой Творения с вневременными “конечными причинами”, которые должны были бы объяснить мир. Преобразование физики, которое я обрисовал здесь,

выдает глубоко исторический характер этой науки: она одновременно примыкает к той традиции, которая отбирает определенный класс объектов, отдавая им предпочтение, и открывает себя смыслу того, что она ранее отвергала, как раз осознав границы этой традиции. Даже когда она принуждала своей историей ставить вопрос о “происхождении Вселенной”, физика стремится, как и другие науки, выстроить смысл того, в чем она не может дать отчета, а

именно того необратимого времени,
которое составляет основное условие
и ее объектов и ее проблем.